

(19) 日本国特許庁 (J P) ;

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-215494

(P2000-215494A)

(43) 公開日 平成12年8月4日 (2000.8.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チマコード* (参考)
G 1 1 B	7/135	G 1 1 B 7/135	A 2 H 0 5 0
G 0 2 B	6/10	G 0 2 B 6/10	D 5 D 1 1 9
	6/122	6/12	C

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特許平11-18430

(22) 出願日 平成11年1月27日 (1999.1.27)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 大久保 俊文

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 吉川 博

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100069981

弁理士 吉田 精孝

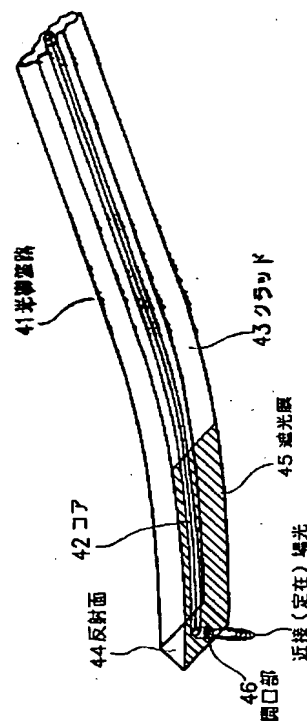
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ

(57) 【要約】

【課題】 光の利用効率が高く、媒体の記録情報を高速・高空間分解能で検出（再生）可能で、しかも極めて簡易な構成で実現できる光ピックアップを提供すること。

【解決手段】 可とう性を有する略棒状の光導波路41を用い、該光導波路41の一端側にコア42内を伝搬する光の少なくとも一部をクラッド43を透過する方向に反射する反射面44を設け、該反射面44で反射された光が透過する部位を中心とするクラッド表面に光の透過を遮断する遮光膜45を形成し、さらに反射面44で反射された光が透過する部位に対応する遮光膜45の一部を削除して使用する光の波長よりも小さな開口部46を形成することにより、先端の下面より近接場光を発生し得る片持ち梁状の光ピックアップを実現する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 近接場光を利用した光情報記憶装置における光ピックアップであって、

コア及びクラッドを備えた可とう性を有する略棒状の光導波路と、

該光導波路の一端側に設けられた、コア内を伝搬する光の少なくとも一部をクラッドを透過する方向に反射する反射面と、

該反射面で反射された光が透過する部位を中心とするクラッド表面に形成された、光の透過を遮断する遮光膜と、

前記反射面で反射された光が透過する部位に形成された、使用する光の波長よりも小さな開口部とよりなることを特徴とする光ピックアップ。

【請求項2】 光導波路の他端側から一端側に向かってコアの断面積が漸減するように形成されたことを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ。

【請求項3】 反射面で反射された光が透過する部位のクラッド中に、該クラッドとは屈折率の異なる球状もしくは半球状もしくは回転楕円体状もしくは回転放物面状の領域を設けたことを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ。

【請求項4】 少なくとも2つのコアを備えた光導波路を用いるとともに、前記少なくとも2つのコア内をそれぞれ伝搬する光の反射光が光導波路の長手方向とほぼ一致する一つの直線上に配置されるように構成したことを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ。

【請求項5】 反射面で反射された光が透過する部位を中心とするクラッド表面にくぼみ部分を設けるとともに、該くぼみ部分に断面凸状のレンズを形成したことを特徴とする請求項4記載の光ピックアップ。

【請求項6】 遮光膜を形成した部分もしくは開口部の近傍に、光導波路の一端側に向かってステップ状もしくは逆ステップ状をなした段差部を設けたことを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ。

【請求項7】 光導波路を支持するための剛な梁状部と、ピックアップの固定側を構成する剛な基部とがバネ性を有する柔なリーフ状部を挟んで一体的に形成されるサスペンションを用いるとともに、光導波路に前記サスペンションの梁状部との接合部を設け、前記サスペンションによって本体の一端側の遮光膜を形成した部分を弾性支持させることを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ。

【請求項8】 光導波路の一端側の反射面の延長線上に、コア内を伝搬する光のうち反射面を直進した光の少なくとも一部を該反射面に戻す第2の反射面を形成したことを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ。

【請求項9】 光導波路のクラッドの一部に切り欠きを形成し、該切り欠き部分に固体変位素子を接合したことを特徴とする請求項1乃至8いずれか記載の光ピッ

ップ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、近接場光を利用した光情報記憶装置における情報記録・再生用の光ピックアップ（ヘッド）に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、画像（静止画、動画）や音声等、元々データ量の大きい複数種類の情報を同時に処理（多重情報処理）したいという要求が増大しており、より高速・高密度で大容量かつ低価格の情報記憶装置の需要にますます拍車をかけている。コンピュータの外部記憶装置として代表的なものには、例えば磁気ディスク装置や光（光磁気）ディスク装置がある。

【0003】このうち、磁気ディスク装置は、フォトリソグラフィ技術によってスライダコア端に配設された、微小な強磁性のコアからの漏洩磁界により、ハード磁性材からなる記録媒体に微小な磁化領域を生成して情報を記録するものである。また、情報の再生は、同様に強磁性体の極薄膜から形成される磁気抵抗素子によって、媒体磁化からの微弱な漏洩磁界を検出することで行う。

【0004】磁気ディスク装置は、その機構構成上の簡易さと、ヘッド部分を含む可動部分の小型軽量化とによって、高速アクセス・高速データ転送が可能であるため、パソコン・ワークステーションを中心とするコンピュータシステムにおける、代表的な外部記憶装置としての座を占めるに至っている。

【0005】しかしながら、磁気ディスク装置においては、記録密度の向上に伴い、記録磁化の領域（体積）が激減しており、熱的な擾乱によって記録磁化（記録情報）の安定保持が困難となる記録密度の限界が存在するとされている。

【0006】一方、光ディスク装置は、集光した高強度のレーザビームによって記録媒体の反射率や偏光回転角等の光学特性を変化させることで情報を記録し、弱いビームを照射し、その反射光もしくは透過光から前記光学特性の微弱な変化を検出することで情報を再生する装置である。

【0007】一般に、光ディスク装置では、上述したように記録媒体の光学特性の変化を利用して記録を行うため、熱擾乱によって情報保持が不安定となる記録密度の限界は、磁気ディスク装置の場合よりも、より高い記録密度域とされている。

【0008】このように光ディスク装置では、情報の高密度化の限界という観点では磁気ディスク装置に対して優位であるものの、基本的にはレーザビームをレンズで絞ることで微細ビットを記録するため、光の回折限界によって最小記録ビットの大きさが制約される。

【0009】この限界を打開するための一手段として、焦点距離がサブミクロンと極度に小さく開口数の大きな

レンズを、磁気ディスク装置の浮動ヘッドスライダ技術を用いて媒体上方100nm～数100nmに位置づけ、近接記録を行う形態が提案されている。

【0010】図1は従来の光情報記憶装置における記録・再生用の光ピックアップの一例を示すもので、ここでは透明材料からなるスライダ21の背面に搭載された対物（主集光）レンズ22及びスライダ21自体に固着された疑似半球状の固体液浸レンズ（SIL）23によってサブミクロン径にまで絞込まれたレーザビームを、100nm程度の浮上すきま（SIL23のワーキングディスタンス）を介して光記録媒体10の記録層11に照射し、記録・再生を行う構成を採っている。

【0011】この際、スライダ21は、レーザ光源24が配置されたピックアップの固定側にスライダ支持用サスペンション25を介して浮動状態に支持され、また、光源24からのレーザビームは、サスペンション25とは別にスライダ21の背面側に延びるミラー支持用アーム26の先端に固定されたミラー（またはプリズム）27によって方向が変えられ、スライダ21搭載の対物レンズ22及びSIL23に入射させられる如くなっている。

【0012】図2は従来の光情報記憶装置における記録・再生用の光ピックアップの他の例を示すもので、ここでは光源（図示せず）からのレーザ光を光ファイバ28を用いてスライダ21近傍まで誘導し、該スライダ21に固定配置されたミラー29によって方向を変え、同じくスライダ21に搭載された集光レンズ30に入射させるようになった例を示している。

【0013】これらは光記録方式を基本としながら、機構部に磁気ディスク装置の機構を巧みに利用したもので、フォーカシング制御が不要でかつ対物もしくは集光レンズを媒体面に近接させることで記録ビットを微小化でき、高密度の記録を可能としている。また、可動部分の質量を従来の光ヘッドに比べて格段に低減できるので、磁気ディスク装置には及ばないものの、高速アクセスが可能で、媒体のスタッキング（積載）による装置の体積密度の向上、総記憶容量の向上に効果がある。

【0014】これらの近接集光記録系では、上述のように従来の光ディスク装置（遠隔集光系）に比して集光ビームスポットの微小化は進展したものの、今後予想される光源の短波長化、レンズ搭載のスライダの低浮上化を勘案しても、原理的に可能な集光スポットの微小化には限界がある。また、個別の光学部品のアライメントの精度はますます厳しく、低コスト化や信頼性の確保の点では困難性が高い。

【0015】これらの問題点、特に集光スポットの微小化の限界を更に打破する方式として、光の波長よりも微細な開口を用い、これから滲み出て開口近傍の数100nmの範囲で伝搬することなく定在する近接（定在）場光を利用した光情報記憶装置が提案されている。

【0016】図3は従来の光情報記憶装置における記録・再生用の光ピックアップのさらに他の例、ここでは近接場光を利用する例を示すものである。即ち、図示しない光源からのレーザ光を誘導する光ファイバ31の先端部32を先鋭化し、該先端部32近傍に形成した金属遮光膜（図示せず）をその微小領域において削除することで先端部32に100nm以下の極微の開口を形成し、この光ファイバ31をスライダ21に搭載し、前記極微の開口からしみ出す光（近接場光）33の筆先で媒体10を走査することによってサブミクロンからサブサブミクロンのビット再生を可能とするものである。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記光ピックアップでは、光ファイバ31への入射光のうち、先端部32からしみ出して極微の光33の筆先として利用できる光量の割合が極めて小さく、光検出器34で受光できる光量が不足するため、通常のファイル記憶装置程度の情報の授受速度を実現することは到底困難であった。また、スライダの浮上面（エア・ベアリング・サーフェース（ABS）面）に合わせて光ファイバ31の先端部32を10nmのオーダーで規定することが必要となるが、これも現実的には難しく、ファイル記憶装置用ヘッド（ピックアップ）としての適用は困難であった。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明では、前記課題を解決するため、コア及びクラッドを備えた可とう性を有する略棒状の光導波路を用い、その一端側にコア内を伝搬する光の少なくとも一部をクラッドを透過する方向に反射する反射面を設けることで、コア内の伝搬光の光路を曲げ、この伝搬光がクラッドを透過して出射する部位に遮光膜を設け、さらに使用する光の波長以下の微小な開口部を設けたことを特徴とし、その目的は、媒体の記録情報を高空間分解能で検出（再生）可能な光ピックアップを極めて簡易な構成で実現する点にある。

【0019】また、上記光ピックアップにおいて、そのコアの断面積が光導波路の他端側から一端側に向かって漸減するように形成されることを特徴とし、その目的は、微小開口部の直上で入射ビームを効率良く絞り、光の利用効率が高くS/N比の高い再生信号を得ることができる光ピックアップを実現することにある。

【0020】また、上記光ピックアップにおいて、反射面で反射された光が透過する部位のクラッド中に、該クラッドとは屈折率の異なる球状もしくは半球状もしくは回転楕円体状もしくは回転放物面状の領域を設けたことを特徴とし、その目的は、同様に微小開口部の直上で入射ビームを効率良く絞り、光の利用効率が高くS/N比の高い再生信号を得ることができる光ピックアップを実現することにある。

【0021】また、上記光ピックアップにおいて、少なくとも2つのコアを備えた光導波路を用い、かつ少なく

BEST AVAILABLE COPY

とも2つのコア内をそれぞれ伝搬する光の反射光が光導波路の長手方向とほぼ一致する一つの直線上に配置されるように構成したことを特徴とし、その目的は情報記録も可能な光ピックアップを簡易な構成で実現することにある。

【0022】また、上記光ピックアップにおいて、少なくとも2つのコアを備えた光導波路を用い、かつ少なくとも2つのコア内をそれぞれ伝搬する光の反射光が光導波路の長手方向とほぼ一致する一つの直線上に配置され、かつ反射光が透過する部位のクラッド表面にくぼみ部分を設け、このくぼみ部分に断面凸状のレンズを形成したことを特徴とし、その目的は、より微細なビットの記録が可能な光ピックアップを簡易な構成で実現することにある。

【0023】また、上記光ピックアップにおいて、遮光膜を形成した部分もしくは開口部の近傍に、光導波路の一端側に向かってステップ状もしくは逆ステップ状をなした段差部を設けたことを特徴とし、その目的は装置構成時にピックアップの設定公差を緩和し、かつ浮上安定性に優れた光ピックアップを簡易な構成で実現することにある。

【0024】また、上記光ピックアップにおいて、光導波路を支持するための剛な梁状部と、ピックアップの固定側を構成する剛な基部とがバネ性を有する柔なリーフ状部を挟んで一体的に形成されてなるサスペンションを用いるとともに、光導波路に前記サスペンションの梁状部との接合部を設け、前記サスペンションによって本体の一端側の遮光膜を形成した部分を弾性支持させることを特徴とし、その目的は、浮上安定性に優れ、面内の支持剛性が高く、高速トラッキングが可能な光ピックアップを簡易な構成で実現することにある。

【0025】さらに、上記光ピックアップにおいて、光導波路の一端側の反射面の延長線上に、コア内を伝搬する光のうち反射面を直進した光の少なくとも一部を該反射面に戻す第2の反射面を形成したことを特徴とし、その目的は、媒体に対して片側アクセス可能な光ピックアップを簡易な構成で実現することにある。

【0026】最後に、上記光ピックアップにおいて、光導波路のクラッドの一部に切り欠きを形成し、該切り欠き部分に固体変位素子を接合したことを特徴とし、その目的は高速のマイクロトラッキングが可能な光ピックアップを簡易な構成で実現することにある。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面に従って本発明を詳細に説明する。

【0028】図4は本発明の光ピックアップの第1の実施の形態を示すもので、図中、41は可とう性を有する略棒状の光導波路、42は光導波路41のコア（部分）、43はコア42を囲むクラッド（部分）、44は反射面、45は遮光膜（図中、ハッチングで示す。）、

46は（微小）開口部である。

【0029】反射面44は、コア42内を伝搬する光の少なくとも一部をクラッド43を透過する方向に反射するためのもので、ここではコア42の軸方向に対して45度の角度で切断された光導波路41の一端面からなっている。また、遮光膜45は、光の透過を遮断するためのもので、反射面44で反射された光が透過する部位を中心とするクラッド表面、ここでは光導波路41の一端側の下面と、側面及び端面の一部（図4では図示せず）とに形成されている。また、開口部46は、近接場光を発生するためのもので、その大きさは使用する光の波長よりも小さく、反射面44で反射された光が透過する部位に対応する遮光膜45の一部を削除して形成されている。

【0030】可とう性を有する（フレキシブルな）光導波路41については、光透過性が高いプラスチック材料、例えばコア部分にはPMMAを、またクラッド部分には硬化エポキシ樹脂等を用いることで実現できることは良く知られている。また、ここでは反射面（端面）44の切断角度を45度としたが、以下に記載する動作原理を妨げるものでなければ、特にこの角度にこだわる必要はなく、本願の構成が実現できる範囲において、任意の切断角度を選択できる。

【0031】また、遮光膜45としては、光の吸収・減衰性の高い材料が必要であるが、同時に媒体との接触・摺動や周囲の雰囲気によって劣化し難い材料が要求され、このような諸条件を満たす材料であれば何でも良く、例えばTi、Ta、Cr等の材料が適用できる。また、図示しないが、遮光膜45の最表層には媒体との接触・摺動時の耐久性も勘案して保護膜が形成してある。この保護膜としては、磁気ディスク装置のピックアップスライダや磁気媒体に用いられて実績のあるカーボン膜、結晶成分を一定以上の割合で含むカーボン膜であるDLC（ダイヤモンド・ライク・カーボン）膜、SiO₂等の薄膜が考えられる。

【0032】このようなフレキシブルな光導波路を用いたピックアップによれば、片持ち梁状またはフォイル状の形態を構成でき、その表面を媒体に押圧することで、容易に空気軸受（フォイル軸受）を実現でき、センサ部となる微小開口部を媒体上サブミクロンの浮上すきまに維持できる。従って、従来のように光導波路や光ファイバを、別途作製した硬質のスライダコアにアライメント・接合する必要はなく、非常に簡易な構成をもって光ピックアップを実現できる。

【0033】図5は図4に示した例を用いた、光ピックアップの動作原理をより詳しく説明するための側面図である。図中、10は光記録媒体、51は（レーザ）光源、52は光源51からのレーザ光を集光して光導波路41のコア42に導くための集光レンズ、53は光検出器、54は媒体10からの散乱光を集光して光検出器5

3に導くための集光レンズである。

【0034】以下、本図の構成による光ピックアップの動作原理を説明する。

【0035】光源51より出射した再生用のレーザ光（CWレーザ光）は、集光レンズ52によって光導波路41のコア42に導かれ、ここを伝搬して一端側の反射面44に至る。ここで、コア42を伝搬した光はその光路を90度曲げられ、クラッド43を透過して光導波路41の下面（媒体10との対向面）に至る。光導波路41の下面には遮光膜45が形成されているが、反射面44で光路を曲げられたレーザ光ビームの遮光膜45への照射（到達）点には、このビームの波長よりも小さい開口部（遮光膜を取り除いたもの。大きさは100nm角前後）46が形成されている。

【0036】光導波路41のコア42を伝搬し、反射面44で反射された光（ビーム）は、光導波路41中の伝搬モード（シングルモードあるいはマルチモード）にも依存するが、反射面44から光導波路41の下面に至る比較的短い伝搬距離では、ほぼ平行光（ビーム）と見て良い。従って、この到達ビーム光の大きさは、光導波路41のコア42の大きさにほぼ対応し、現状では数10 μ m角から、比較的細かいもので数 μ m角程度と考えられる。

【0037】開口部46の大きさは上述の通り、導波路41の伝搬波長よりもかなり小さいため、この開口部の直上に到達した伝搬光が、この開口部46から直接、導波路下面からの通常光のように、伝搬することはない。しかしながら、良く知られているように、波長以下の微小開口部であっても、開口部より波長の数分の一程度の距離（数100nm以内の範囲）の範囲内においては、図5に示すように通常の伝搬をしない、定在する光の場（定在場）55ができる。

【0038】この定在する光の場55は、何らかの散乱体が上記範囲内に侵入することによって乱され、散乱（伝搬）光56となって伝搬することができる。例えば、図5に示すように、その表面に透過率の高い部分と低い部分を合わせ持つ媒体（必ずしもその表面に凹凸を有する必要はない。）10を、上記定在場の存在距離以内に近接させれば、媒体自体によって乱され、散乱光となった定在場光は媒体の透過率の高い部分のみを通過し、媒体の下面に本ピックアップに対向して置かれた集光レンズ54によって集められ、光検出器53によって検出できる。

【0039】従って、上記媒体の光の透過率の高い部分と低い部分とを何らかのビット情報に対応させてデジタル情報を記録しておけば、光の波長よりもさらに小さい高空間分解能をもってこの情報を読み出すことが可能となる。

【0040】ビット（0、1）情報と媒体の実際の物理特性との対応に関しては、本願の範囲外であるので特に詳しく言及しないが、透過率の高い部分及び低い部分を

それぞれ0及び1に対応付ける以外に、透過率が同じで変わらない条件（例えば、高い部分の連続や低い部分の連続）を0、一方、高い部分から低い部分への遷移あるいは低い部分から高い部分への遷移を1に対応付ける等、種々の対応付けが考えられる。

【0041】この際、光源からの光ビームを微小開口部の直上でできるだけ小さく絞ることにより光の利用効率を高め、ひいては検出されたビット情報のS/N比を向上させることができる。光導波路は、そのコアの断面積を漸次小さくすることで、光を絞ることができる性質を有する。

【0042】図6は本発明の光ピックアップの第2の実施の形態を示すもので、ここでは光導波路の他端側から一端側に向かってコアの断面積が漸減するように形成した例を示す。即ち、図中、61は可とう性を有する略棒状の光導波路、62は光導波路61のコアであり、該コア62は光導波路61の他端側から一端側に向かってその幅を漸減させることによって断面積を漸減させている。また、63はコア62を囲むクラッド、64は反射面である（遮光膜、微小開口部は省略）。

【0043】このように、光導波路61の他端側、即ち光源の入射側ではコア62の断面積を比較的大きくすることで光源やその集光系とコアの光軸とのアライメントを容易にし、光導波路61の一端側にかけてコア62の断面形状を絞る形態をとることで光の利用効率を高め、ビット情報のS/N比を向上させることができる。

【0044】ここで、コアの断面積を変える手法としてはコアの幅を変える外、コアの高さもしくはコアの幅と高さの両方を変える方法があるが、一般に、光導波路の製造において、各層の厚み（高さ）を個別層において場所によって変えることは非常に困難であるため、図6に示したように、層の厚みは一定とし、幅を変えて断面形状を先細りとすることが現実的である。

【0045】図7は本発明の光ピックアップの第3の実施の形態を示すもので、ここでは少なくとも2つのコアを備えた光導波路を用いて記録及び再生を可能とした例を示す。即ち、図中、71は可とう性を有する略棒状の光導波路、72、73は光導波路71に形成された2層（2チャンネル）のコアであり、ここでは下層（媒体面に近い側）のコア72を再生（検出）用、上層のコア73を記録用として用いている。また、74はコア72、73を囲むクラッド、75は反射面、76は遮光膜、77は（微小）開口部、78はくぼみ部分、79は集光レンズである。

【0046】再生動作に関しては既に図4、図5にて説明の通りであるので省略する。記録動作に関してはレーザのパスは再生と同じで、コア73を伝搬した記録用のレーザ光（パルスレーザ）は反射面75でクラッド74を透過する方向に反射される。クラッド74を透過した記録光が到達したクラッド表面の部位の遮光膜76を除

く必要があることはもちろんであるが、そのままではビーム径はコアサイズであるので、媒体10に小さな記録ビット（光学特性がその周囲と異なるようなドット部分）を形成することは困難である。

【0047】そこで、例えば、光導波路71の反射面75で反射された記録光が到達する部位をイオンビーム等でエッチングしてくぼみ部分78を形成し、ここに再度コアやクラッドと類似の材料を低指向性のスパッタ装置を用いて堆積することで、凸状のレンズ様体を形成し、これを集光レンズ79として用いることができる。

【0048】記録光のビーム径自体はレンズあるいはレンズ様体を用いる限り、十分小さく絞ることはできないが、このレンズ様体の形状、媒体の光吸収特性や組成遷移温度を調整することで、レンズ様体によって絞られたビームスポットの中心部の光強度の高い部分（筆先）によって微細な記録ビットが形成できる。

【0049】なお、本図で示したようなレンズ様体の代わりに、図8で示すような球状、半球状、回転楕円体状の透明ビーズ（クラッドとは屈折率の違うもの）をクラッド中に埋め込んで、記録ビームの集光レンズ機能を持たせる構成にしても勿論良い。

【0050】なお、記録ビーム（集光スポット）と再生（検出）用定在場光（微小開口）は、できるだけ記録トラックの方向（周方向）にインラインで並べることが望ましく、そのためには各コア72、73（厳密にはその軸方向）を一つの面内に含まれるように配置し、かつその反射光が該一つの面内に含まれるように反射面75を設ける。このようにすることで、記録ビーム（スポット）をトラック直上に常時オントラックさせることが容易となる外、記録したビットを検出ビームによって記録直後に確認することができ、情報の転送効率を高めることもできる。

【0051】また、図7の構成では、反射面75で反射された記録ビームが、再生用のコア72を横断する形態となるが、本発明に適用する光導波路ではコアとクラッドの屈折率差が小さく、コアを横断するビームに関する界面における反射等の影響は極めて小さい。また、反射面75で反射された記録ビームは再生ビーム（導波路伝搬）と交差するが、その交差は直交であるため、記録ビームが再生ビームに影響を与えることはない。

【0052】図8は本発明の光ピックアップの第4の実施の形態を示すもので、ここでは第1の実施の形態において反射面で反射された光が透過する部位のクラッド中に、該クラッドとは屈折率の異なる球状もしくは半球状もしくは回転楕円体状もしくは回転放物面状の領域を設けた例を示す。

【0053】既に図7でも説明したが、コアを伝搬し反射面で反射される光は、ほぼコアの形状程度の大きさとなる。従って、できるだけ反射面に近い部分で最終的にコアを絞り、細い平行出射光として微小開口部の直上に

投射することが再生用の定在場光の強度を高め、媒体によって変調された検出光のS/N比を向上させる上で重要不可欠の課題となる。

【0054】コアの形状を細く絞る構成は既に図6で述べたように可能であるが、実際には微細でアスペクト比の高いコア形成の難しさや、反射面で反射したビームと微小開口部との相対位置決めを高精度に実現する必要がある等、実施に当たっての困難性も高い。

【0055】本実施の形態では、反射面44で反射された光が透過する部位のクラッド43中に、例えば球状のレンズ様体47を入れ、比較的大きいコア42からの出射ビームをこのレンズ様体47を用いて微小開口部46の直上でできるだけ集光し、開口部46から限定範囲内に定在する近接場光の強度を高める構成としたものである。

【0056】レンズ様体に関しては、μmオーダのプラスチック製のビーズ等、現実には所望の寸法にて適用可能な部品がある。また、本光ピックアップは、後述のように基板上に順次液状プラスチック素材を流し、これを硬化させて積層構成する製作手法が適用できるため、液状クラッドにビーズを適当な位置に位置決めして配置し、その上層を順次積層することでレンズ様体の周囲に光学歪み等を生じることなく構成することができる。

【0057】なお、レンズ様体に関しては、球状、半球状、回転放物面状、回転楕円体状等の形状が考えられるが、もちろんこれに限定される必要はなく、解析関数では表現できない複雑な断面形状のレンズ様体を用いても良いことは勿論である。

【0058】図9は本発明の光ピックアップの第5の実施の形態を示すもので、ここでは第1の実施の形態において遮光膜を形成した部分もしくは開口部の近傍に段差部を設けた例を示す。即ち、図中、48は光導波路の一端側に向かってステップ状もしくは逆ステップ状（櫛の歯状もしくは逆櫛の歯状）をなした段差部（パッド）であり、光導波路41の遮光膜を形成した部分もしくは開口部の近傍（の媒体に対向する導波路面（媒体との摺動・浮上走行面））に設けられている。

【0059】本光ピックアップは、図5で説明したように、光導波路の弾性を利用してその一端側を媒体に押圧し、開口部を媒体面から所望の浮上高さ（数10nm～10nm）に位置決めする構成が採られる。開口部を設けた導波路面が単純な平面構成の場合には、媒体の回転とともに連れ回る空気動圧効果によって光導波路の一端（先端）が浮上し過ぎることがある。また、浮上量を低減させるために押圧量を増すと、媒体の起動・停止時のような空気動圧効果が十分得られない場合には、光導波路と媒体が摺動摩擦を起こし、媒体の記録データの破損や開口部の損傷を引き起こす原因となる。

【0060】そこで、図9に示すようなパッド48もしくはABS面を形成することで、該パッドのステップ部

及びランド部（凸部）48aではほぼ正圧（光ピックアップを媒体から浮上させる）力が、また、逆ステップ部分及びグループ部（凹部）48bでは負圧（光ピックアップを媒体面に吸引する）力が発生し、これらの力の大きさや分布を適当に配置するABS面形状を構成することで、任意の走行速度にて所望の導波路（開口部）の浮上すきまを実現できる。

【0061】また、これらの段差部で発生する動圧（正圧、負圧）は、ピックアップと媒体との相対運動に伴って発生するものであるから、起動・停止時には媒体とピックアップとの正味の押圧（接触）力を小さくでき、相互の接触振動に起因する損傷を低減できる点からも本構成は有利である。

【0062】図10は本発明の光ピックアップの第6の実施の形態を示すもので、ここではこれまで説明した光導波路と、周知の磁気ディスク装置における浮動ヘッドのスライダコアを支持するサスペンションとを組み合わせた例を示す。

【0063】即ち、図中、81は可とう性を有する略棒状の光導波路であり、前述したような反射面、遮光膜及び開口部（いずれも図示せず）が形成された先端部82が図9で説明した段差部を備えており、これが幅広に形成されたサスペンションとの接合部83に一对の細いリーフ状部84を介してジンバル支持された構造を備えている。また、91はサスペンションであり、光導波路81をその接合部83を介して固定的に支持し押圧力を与える剛な梁状部92と、ピックアップの固定側を構成する剛な基部93とがバネ性を有する柔なリーフ状部94を挟んで一体的に形成されてなっている。

【0064】このような構成を採ることで、光導波路81自体に要求される機械的要件、例えば面内方向では剛性高く、先端部82の曲げ剛性・捻り剛性は小さくする等の要件を緩和し、かつ光導波路81の媒体への設定許容公差を広げることができる。

【0065】図11は図10の構成を理解し易くするために分解して表示したものである。サスペンション91の梁状部92の先端には円状のボス（突起）92aがあり、このボス92aによって光導波路81の先端部82のABS部分の所望の位置を所望の荷重で押圧する（なお、ボス92aと先端部82とは接合されない。）。また、光導波路81は、サスペンション91の機械的動作を阻害しないようにするため、サスペンション91との接合部83より根本部分まではなるべく細く柔に構成することが好ましい。光導波路81の根本部分はコネクタ85を介して図示しないレーザ光源に接合される（なお、図10、図11はいずれも媒体に近接する面を上側として描いている。）。)

【0066】図12は本発明の光ピックアップの第7の実施の形態を示すもので、ここでは光導波路の一端側の反射面の延長線上に、コア内を伝搬する光のうち反射面

を直進した光の少なくとも一部を該反射面に戻す第2の反射面を形成した例を示す。即ち、図中、101は可とう性を有する略棒状の光導波路、102は光導波路101のコア、103はコア102を囲むクラッド、104は反射面、105は遮光膜、106は開口部、107は第2の反射面である。

【0067】光導波路101は途中で一旦、コア102の軸方向に対して45度の角度で切断され、適当な反射膜等がコーティングされて反射面104を構成するが、この反射面104は光源から出てコア内を伝搬してきた光の一部を開口部106側に反射し、残りをそのまま透過させるビームスプリッタの機能を持つ。また、光導波路101は、反射面104の延長線上に前記同様な光導波路部分が接合され、その延長部の端面はコア102の軸方向に対して90度の角度で切断され、さらに反射膜もしくは多層膜及び反射膜からなる移相膜が形成されて第2の反射面107を構成する。

【0068】ここで、光源から出て反射面104で反射され、開口部106に向かった光のうち、開口部106からしみ出ていかなかった分は遮光膜105にて反射され、再度、この反射面104に戻る。また、この反射面104を透過して直進した光は、第2の反射面107に至り、ここで反射されて、やはり反射面104に戻ることになる。

【0069】次に、前記構成による媒体のビット情報の検出原理を説明する。

【0070】まず、微小開口部106に定在する定在場光が媒体10と相互作用（媒体による散乱）を受けない条件において、上記2つの戻り光が反射面104で、その強度が等しく位相が完全に反位相となるように第2の反射面107を調整する。具体的には、第2の反射面107を構成する多層膜の厚みや最表面の反射膜の反射率を変えることで、第2の反射面107からの戻り光の位相と強度を変えることができる。これら2つの戻り光は反射面104にて相互に干渉し、理想的に上記の条件が成立すれば、光導波路101のコア102を逆方向に戻り（干渉）光の強度はゼロとなる。

【0071】次に、開口部106が、例えば凹凸状に情報を転写した媒体上を浮上した場合、凸部（ランド部）直上では開口部106から筆先状にしみ出る定在場光が媒体と相互作用を起こし、散乱（伝搬）光となって光エネルギーが散逸する。また、凹部（グループ部）では開口部106からの定在場光は散乱されず、エネルギー的にも散逸しない。

【0072】これは、開口部106から反射面104に戻る戻り光からすると、開口部106が媒体10のランド部に来た時とグループ部に来た時とでは、定在場光の散逸の有無によって戻り光の強度が微妙に変動することになる。即ち、開口部106からの戻り光は、媒体10の凹凸（グループ ランド）によって一定の直流光

に重畳されて、微妙な強度変調を受けることになる。

【0073】ところで、第2の反射面107からの戻り光は、先に調整した如く、開口部106からの戻り光のうち一定の直流光をキャンセルするように設定されているので、結局、反射面104から光導波路101のコア102を経由して戻る干渉光の強度変動は、とりもなおさず開口部106からしみ出す定在場光の散乱・非散乱の程度を直に反映したものとなる。

【0074】もちろん、このような開口部106からの戻り光を直流成分も含めて直接光電変換し、変換された電気信号において直流分をキャンセルすることも原理的には可能である。しかしながら、この開口部からの戻り光の変調分は非常に微小であるため、これ自体がそもそもの光源の強度変動・光電変換時の電氣的ノイズに埋もれ、所望のS/N比をもって検出することは非常に困難である。

【0075】本実施の形態のように、同じ光源からの光を一部分分岐し、参照（キャンセル）光として用いられ、光源の変動自体の影響を除くことができる。さらに戻り（干渉）光の光電変換時にも大きな直流光成分がなく、理想的にはAC成分のみのため、変換器（光検出器）にも非常に広いダイナミックレンジを必要としない等の利点がある。また、本実施の形態では、媒体の下部に光検出系を設ける必要がなく、片側アクセスが可能となる。

【0076】なお、本図の導波路の光発生・検出系は、光源51、集光レンズ52、54、光検出器53、偏光ビームスプリッタ57、波長板58等で構成され、光源51からの出射光はその殆どが光導波路101のコア102に入射され、その一方、光導波路101の一端側にて干渉した戻り光は、偏光ビームスプリッタ57において図面の上方に反射され、光検出器53に入射される構成となっている。

【0077】一般に、光情報記憶装置の利点は、記録用のレーザビームをガルバノミラー等を用いて微小角度振るだけで、非常に高い精度で高速・高帯域のトラッキング制御ができる点にある。本願のような片持ち梁状のフォイル型光ピックアップでは、コアを伝搬する光を光テコ方式で振ることはできない。

【0078】図13は本発明の光ピックアップの第8の実施の形態を示すもので、ここでは光導波路のクラッドの一部に切り欠きを形成し、該切り欠き部分に固体変位素子を接合してトラッキング制御を行うようにした例を示す。即ち、図中、49a、49bは光導波路41の一端側近傍のクラッド43のコア42の両側に設けられた切り欠きであり、光導波路41をコア42の軸回りの方向に弾性変形し易くしている。また、111、112はそれぞれ切り欠き49a、49bを跨ぐようにクラッド43に接合された、圧電素子、磁歪素子、静電変位素子（印加電圧に応じて微小変位する素子）等の固体変位

素子である。

【0079】ここで、各素子111、112に、例えばコア42を挟んで左側の素子112にはこれを伸ばし、右側の素子111にはこれを縮ませるような信号電圧等を印加すれば、光導波路41の一端側を右側に変位させ、その開口部（図示せず）を右に微小移動させることができ、また、前記と逆の信号電圧等を印加すれば開口部を左に微小移動させることができ、上記のようなマイクロトラッキングが可能となる。

【0080】本例では、切り欠き部分に固体変位素子を後から接合する構成として示したが、この構成に限定されることなく、例えば光導波路（クラッド）の形成時に固体変位素子を直接埋め込む構成を採用してももちろん良い。

【0081】次に、本願の実施の形態ではないが、本発明の光ピックアップが実現できることを示すために、図14を用いて作製法を説明する。

【0082】まず、光導波路構成の基礎となる基板にはSi基板121等を用いることができる。

【0083】一般に、液状材料を硬化させて固めた自由表面は、平面粗度やうねり・ねじれ等があり、表面の平坦性・平滑性が十分ではなく、本願の例のようにサブサブミクロンの浮上すきまで媒体上に開口部を位置付けるには極めて不十分である。Siは非常に平滑・平坦な面を得ることができるので、これを基板に液状プラスチック多層膜を構成し、最終工程にてSi基板121から剥離させることで、該Si基板121の平坦形状をそのまま導波路の媒体対向面に転写することができる。

【0084】所望の光導波路の厚みが薄く、Si基板剥離時に光導波路にカーリング等が生じるような場合には、Si基板自体をエッチング液にて腐食・除去することで、光導波路に残留応力を生じない形成法も適用できる。また、ABS面に関しても、一旦、形成された光導波路の面にスパッタ、エッチング等で段差部を形成する必要は必ずしもなく、同図(a)に示すように、Si基板121に直接、ABS面の形状をエッチング等で形成し、この上に順次、クラッド層、コア層を形成する方法を採用しても良い。

【0085】既に説明したように、反射面で曲げられたコアの伝搬光は、一般にビーム幅が大きいため、光の利用効率を上げる観点から開口部の直上で十分集光する必要がある。光導波路の各層は液状プラスチックを順次塗布して硬化積層するので、同図(b)、(c)に示すように、クラッド材料122を途中まで塗布した段階で、開口部の形成位置にクラッド材料122とは屈折率の異なるビーズ玉状のレンズ様体123を置き、その周囲をクラッド材料122で埋めて固めれば容易にマイクロレンズが構成でき、しかもレンズ様体123を埋め込む際の残留応力が残らない。

【0086】その後、同図(d)に示すようにコア材料

124を塗布し、同図(e)に示すように再度、クラッド材料122を塗布し、同図(f)に示すようにSi基板121から剥離して一端側をコアの軸方向に対して45度の角度で切断して反射面125を形成すれば完成する。

【0087】なお、レンズ様体の構成に関しては、これも既に説明したように、光導波路のクラッド部分に円筒状の穴を形成し、これに低指向性のスパッタにてレンズ材を盛り上げて形成する方法がある。このためにはSi基板に円筒状の凸部を形成し、これをクラッドに転写すれば良い。また、Si基板自体にレンズに対応したメス型相当の疑似球状の凹部形状を形成し、これをクラッドに転写する方法もある。

【0088】

【発明の効果】以上、実施の形態とともに説明したように、本発明によれば、コア及びクラッドを備えた可とう性を有する略棒状の光導波路を用い、その一端側にコア内を伝搬する光の少なくとも一部をクラッドを透過する方向に反射する反射面を設けることで、コア内の伝搬光の光路を曲げ、この伝搬光がクラッドを透過して出射する部位に遮光膜を設け、さらに使用する光の波長以下の微小な開口部を設けたので、媒体の記録情報を高空間分解能で検出(再生)可能な光ピックアップを極めて簡易な構成で実現できる。

【0089】また、上記光ピックアップにおいて、そのコアの断面積が光導波路の他端側から一端側に向かって漸減するように形成されるように構成したので、微小開口部の直上で入射ビームが効率良く絞られ、光の利用効率が高くS/N比の高い再生信号を得ることができる。

【0090】また、上記光ピックアップにおいて、反射面で反射された光が透過する部位のクラッド中に、該クラッドとは屈折率の異なる球状もしくは半球状もしくは回転楕円体状もしくは回転放物面状の領域を設けたので、同様に微小開口部の直上で入射ビームが効率良く絞られ、光の利用効率が高くS/N比の高い再生信号を得ることができる。

【0091】また、上記光ピックアップにおいて、少なくとも2つのコアを備えた光導波路を用い、かつ少なくとも2つのコア内をそれぞれ伝搬する光の反射光が光導波路の長手方向とほぼ一致する一つの直線上に配置されるように構成したので、情報記録も可能な光ピックアップを簡易な構成で実現できる。

【0092】また、上記光ピックアップにおいて、少なくとも2つのコアを備えた光導波路を用い、かつ少なくとも2つのコア内をそれぞれ伝搬する光の反射光が光導波路の長手方向とほぼ一致する一つの直線上に配置され、かつ反射光が透過する部位のクラッド表面にくぼみ部分を設け、このくぼみ部分に断面凸状のレンズを形成したので、より微細な記録ビットの記録が可能な光ピックアップを簡易な構成で実現できる。

【0093】また、上記光ピックアップにおいて、遮光膜を形成した部分もしくは開口部の近傍に、光導波路の一端側に向かってステップ状もしくは逆ステップ状をなした段差部を設けたので、装置構成時に設定公差を緩和でき、かつ浮上安定性に優れた光ピックアップを簡易な構成で実現できる。

【0094】また、上記光ピックアップにおいて、光導波路を支持するための剛な梁状部と、ピックアップの固定側を構成する剛な基部とがバネ性を有する柔なりーフ状部を挟んで一体的に形成されてなるサスペンションを用いるとともに、光導波路に前記サスペンションの梁状部との接合部を設け、前記サスペンションによって本体の一端側の遮光膜を形成した部分を弾性支持させる構成としたので、浮上安定性に優れ、面内の支持剛性が高く高速トラックシークが可能な光ピックアップを簡易な構成で実現できる。

【0095】さらに、上記光ピックアップにおいて、光導波路の一端側の反射面の延長線上に、コア内を伝搬する光のうち反射面を直進した光の少なくとも一部を該反射面に戻す第2の反射面を形成したので、媒体に対して片側アクセス可能な光ピックアップを簡易な構成で実現できる。

【0096】最後に、上記光ピックアップにおいて、光導波路のクラッドの一部に切り欠きを形成し、該切り欠き部分に固体変位素子を接合したので、高速のマイクロトラックが可能な光ピックアップを簡易な構成で実現できる等、その効果は極めて大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光ピックアップの一例を示す構成図

【図2】従来の光ピックアップの他の例を示す構成図

【図3】従来の光ピックアップのさらに他の例を示す構成図

【図4】本発明の光ピックアップの第1の実施の形態を示す構成図

【図5】本発明の光ピックアップの動作原理を示す図

【図6】本発明の光ピックアップの第2の実施の形態を示す構成図

【図7】本発明の光ピックアップの第3の実施の形態を示す構成図

【図8】本発明の光ピックアップの第4の実施の形態を示す構成図

【図9】本発明の光ピックアップの第5の実施の形態を示す構成図

【図10】本発明の光ピックアップの第6の実施の形態を示す構成図

【図11】図10の光ピックアップの構成を詳細に説明するための図

【図12】本発明の光ピックアップの第7の実施の形態を示す構成図

【図13】本発明の光ピックアップの第8の実施の形態

BEST AVAILABLE COPY

を示す構成図

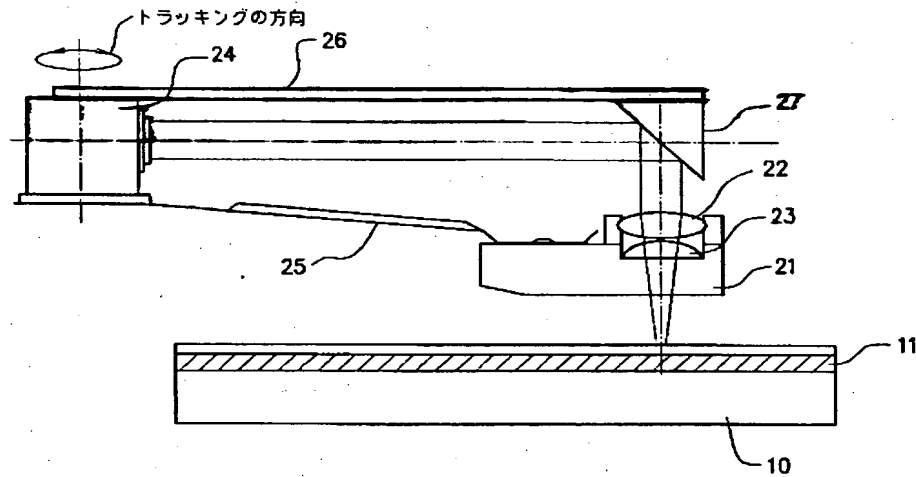
【図14】本発明の光ピックアップの作製法を説明する図

【符号の説明】

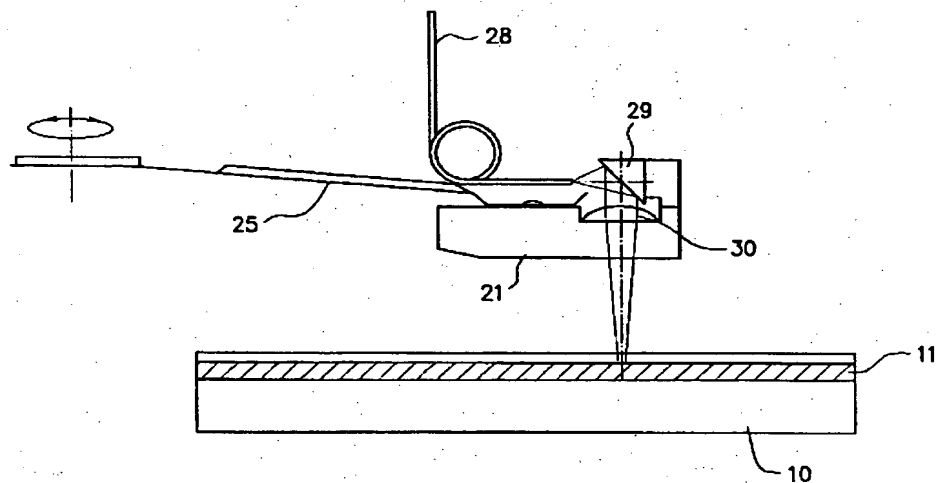
10：光記憶媒体、11：光記憶媒体の記録層、41、61、71、81、101：光導波路、42、62、72、73、102：コア、43、63、74、103：クラッド、44、64、75、104：反射面、45、

76、105：遮光膜、46、77、106：微小開口部、47：レンズ様体、48：段差部、49a、49b：切り欠き、51：光源、52、54：集光レンズ、53：光検出器、55：近接（定在）場光、56：散乱光、57：偏光ビームスプリッタ、58：波長板、78：くぼみ部分、79：集光レンズ、91：サスペンション、107：第2の反射面、111、112：固体変位素子。

【図1】

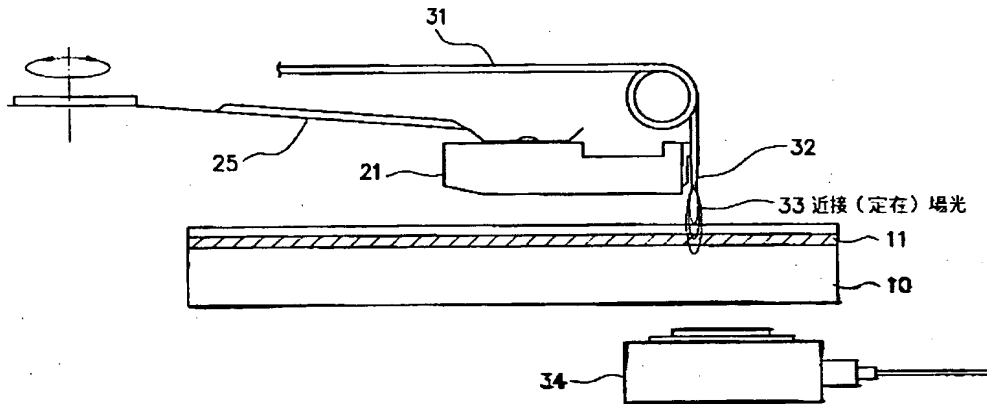


【図2】

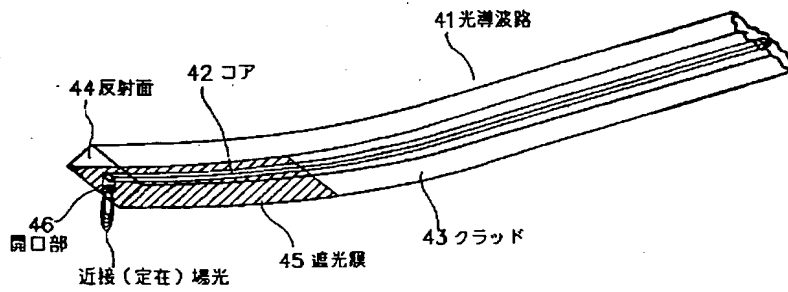


BEST AVAILABLE COPY

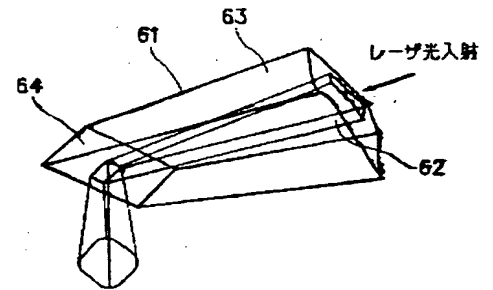
【図3】



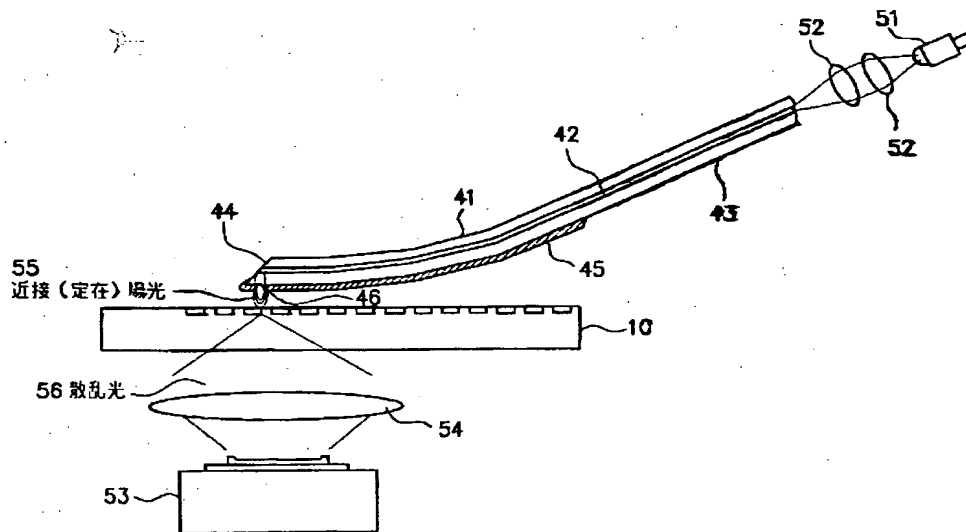
【図4】



【図6】

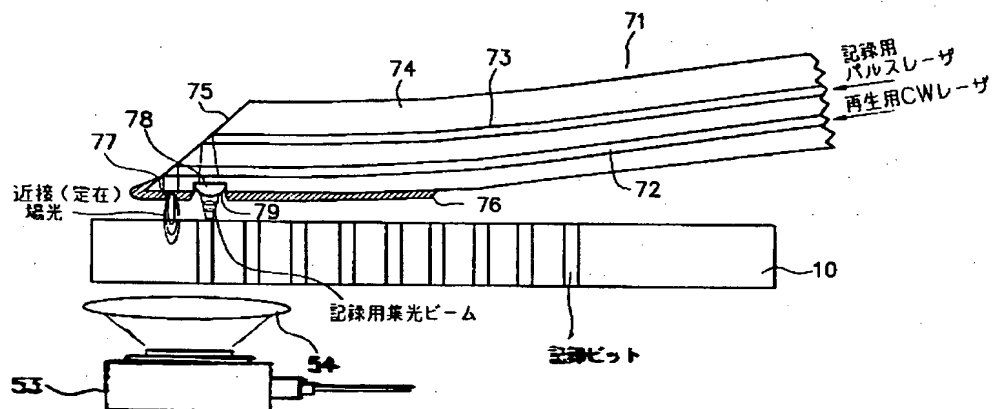


【図5】

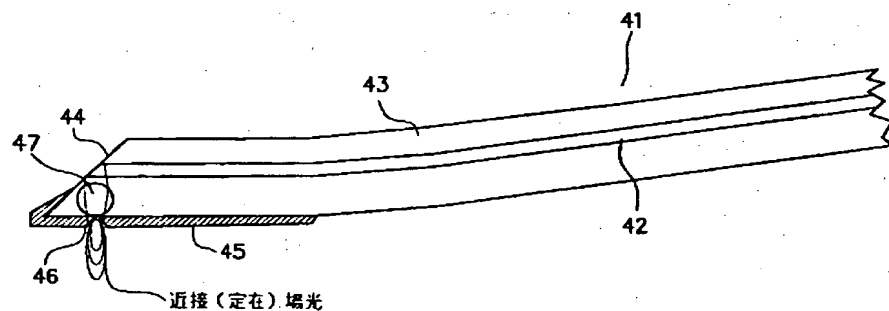


BEST AVAILABLE COPY

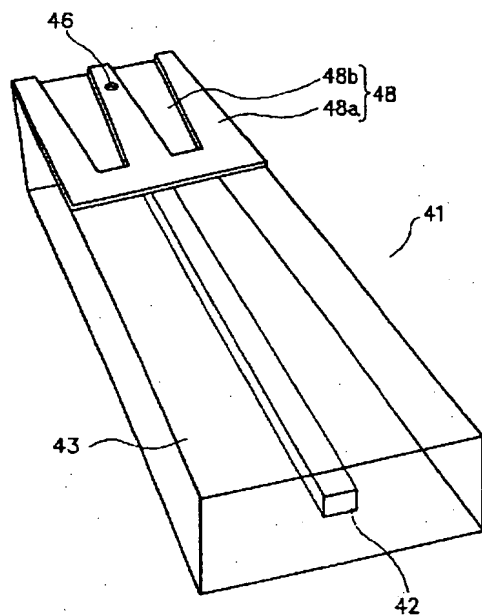
【図7】



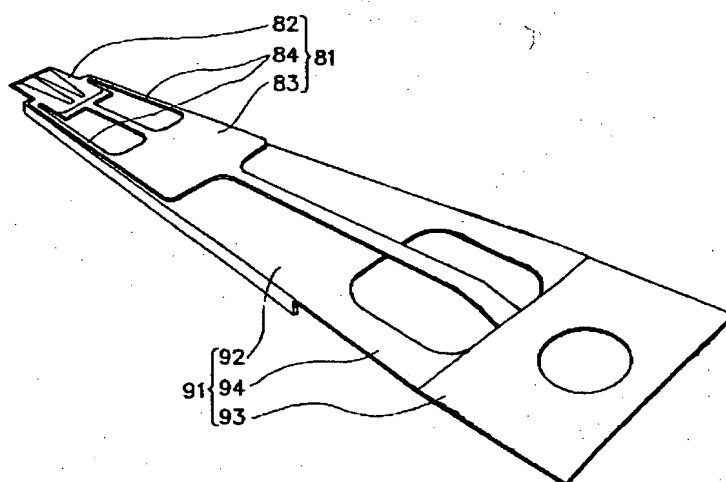
【図8】



【图9】

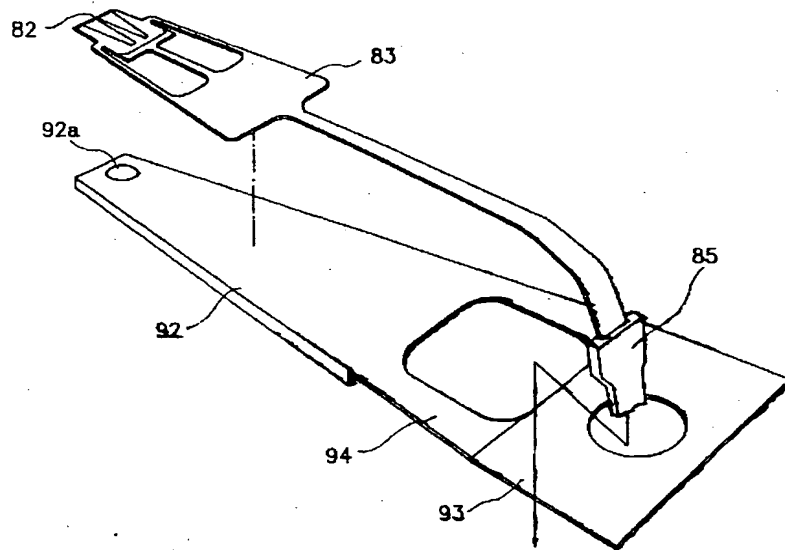


【図10】

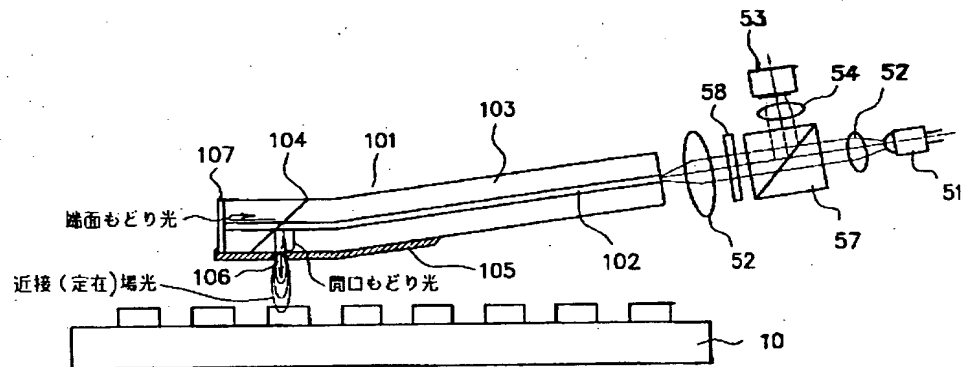


BEST AVAILABLE COPY

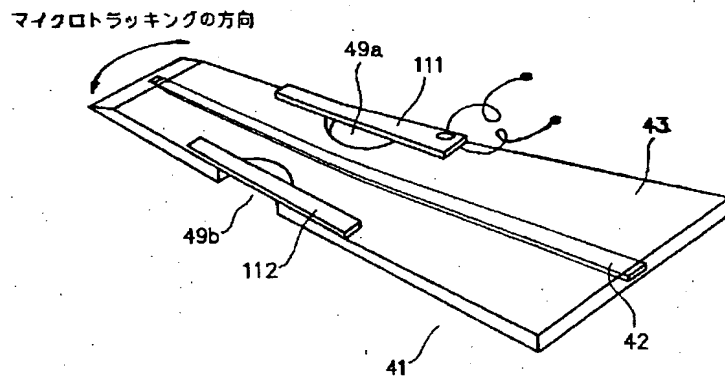
【図11】



【図12】

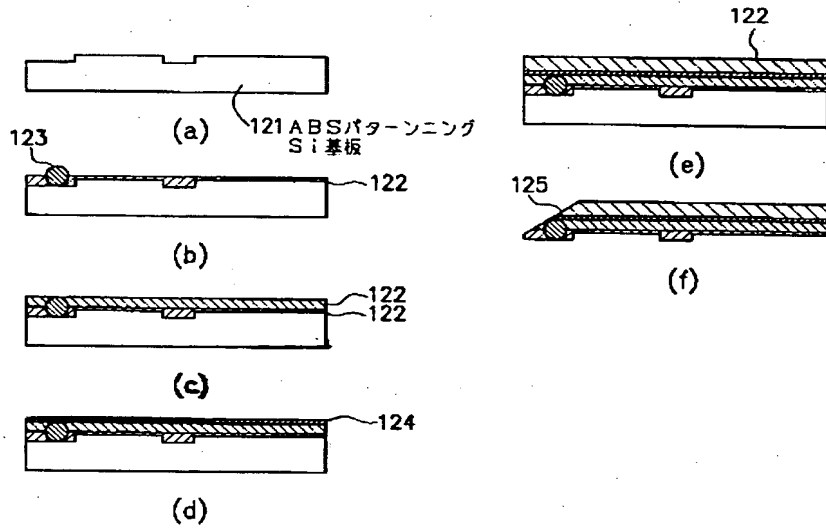


【図13】



BEST AVAILABLE COPY

【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 黒川 義昭

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 安藤 康子

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 2H050 AC01 AC03 AC83 AC87 AC90
5D119 AA10 AA11 AA43 BA01 CA06
JA35 JA36 JA40 JA60 JA64
MA06

BEST AVAILABLE COPY